Münster 1936 No 372 Med DiSS

Aus der
Westdeutschen Kieferklinik
der Medizinischen Akademie in Düsseldorf
Derzeitiger Direktor Prof. Dr. Lindemann.

Ursache und Verhütung der Verfärbungen von Goldlegierungen im Munde.

Inaugural-Dissertation

zur
Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde
durch die Medizinische Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster
in Gemeinschaft mit
der Medizinischen Akademie Düsseldorf

vorgelegt von

Werner Wild
aus Düsseldorf.

1-9-3-5

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Akademie in Düsseldorf und der Medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster.

gez.: Schmidt von Elmendorff
Rektor der Medizinischen Akademie Düsseldorf

gez.: Klinge
Dekan der Medizinischen Fakultät Münster

gez.: Lindemann
1. Berichterstatter

gez.: Müller
2. Berichterstatter

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit gewidmet!

Seitdem Metallegierungen im Zahnersatz eine Rolle spielen, hat der Zahnarzt mit den unangenehmen Erscheinungen des Schwarzwerdens oder sonstigen Verfärbungen des angewandten Materials zu kämpfen gehabt.

Soweit unedle Metalle Anwendung fanden, waren diese unangenehmen Resultate leicht erklärlich, da diese den gegebenen chemischen Einflüssen sehr zugänglich sind. Jedoch stellte sich heraus, daß auch hochkarätige Goldlegierungen nicht immun gegen Verfärbungen sind.

Gold war wohl immer das geeigneteste Arbeitsmaterial für zahnärtzliche Ersatzstücke. Den qualitativ gleichwertigen Metallen steht seine leichte Verarbeitungsmöglichkeit und der geringe Preis gegenüber.

Erfahrungsgemäß eignen sich 18—22 karätige Legierungen am besten, dagegen färben sich niedrigkarätige Zusammensetzungen, z. B. 8 karätiges Gold, schnell oder langsam schwarz.

Jedoch auch mit 18—22 karätigem Gold macht man oft schlechte Erfahrungen. Durch die sonstigen metallischen Versorgungen des betreffenden Mundes und die Art der technischen Vorarbeiten dürften sich die wesentlichen Gründe dazu ergeben.

Früher führte man ja alle Verfärbungen im Munde auf die Wirkung des stets vorhandenen Schwefelwasserstoffes zurück. Doch war diese Erklärung nicht haltbar, wie sich an einem einfachen Versuch mit den fraglichen Substanzen nachweisen lies. 20 karätiges Gold ist unangreifbar für H_2S. Man zog dann erst nach dem Kriege die metallographischen Verhältnisse zur Klärung der Ursache hinzu. Denn gerade im Kriege hatte man böse Erfahrungen machen müssen. Das seinerzeit sehr rare Gold wurde oft nur für die wichtigsten Punkte einer Brücke verwandt, d. h. für die Stützpfeiler. Die übrigen Teile wurden aus unedlen Legierungen hergestellt. Große Korrosionserschei-

nungen waren die Folge, Verfärbungen der Goldteile und schließlich wohl auch noch Loslösung der Zwischenteile.

Die Metallographie brachte die Erklärungen dazu. Bevor ich auf diese eingehe, möchte ich einen kurzen Ueberblick der üblichsten Goldlegierungen bringen.

22 kar. Gold:	22 Teile Au.	1,5 Teile Ag.	0,5 Teile Cu.
20 kar. Gold:	20 Teile Au.	2 Teile Ag.	2 Teile Cu.
18 kar. Gold:	18 Teile Au.	2 Teile Ag.	4 Teile Cu.
16 kar. Gold:	16 Teile Au.	2 Teile Ag.	6 Teile Cu.

Ungleich ungünstiger ist das Verhältnis beim 8 karätigem Gold, das nur 8 Teile Au., dagegen 12 Teile Cu. und 4 Teile Ag. enthält. Selbstverständlich sind diese Angaben nur als Durschnittswerte zu betrachten.

Je nach ihrem Aufbau — die Beimischungen an Silber und Kupfer schwanken — und ihrer Verarbeitung werden diese Legierungen verschiedene Eigenschaften aufweisen. Es ist also die Frage, wie sich das Verhältnis der unedlen Metalle zum Golde auswirkt.

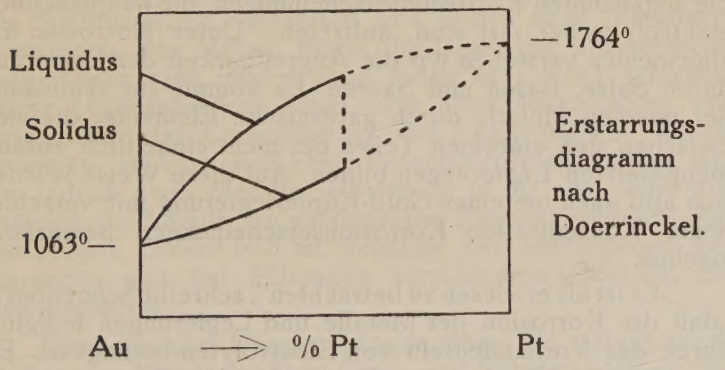
An Versuchen gelang es, galvanische Ströme festzustellen, die ja nur auftreten können, wenn verschiedene Metalle vorhanden sind. Schönbeck stellte fest, daß die erfolgende Korrosion drei Ursachen hat. 1.) die Art des metallographischen Gefüges, 2.) die Art der Bearbeitung, 3.) die Stellung der einzelnen Legierungskomponenten in der Spannungsreihe.

Das metallographische Gefüge ist stark von der Temperatur abhängig. In erstarrtem Zustande zeigen die Metalle ein ausgesprochen kristallines Gefüge, d. h., sie sind aus unzähligen Kristallen zusammengesetzt, deren Größe und Form sehr verschieden ausfallen kann. Je nach Erstarrungsbedingungen und Bearbeitungsart, der das Metall vorher unterworfen war. Durch Temperaturerhöhung werden die einzelnen Kristalle vergrößert, durch Walzen werden sie, da sie sich hierbei teilen, verkleinert. Kristallgefüge von kleinem Korn sind widerstandsfähiger gegen Beanspruchungen jeder Art als grobkörnige.

Ein klares Bild über die Zustandsänderungen der Legierungen in Abhängigkeit von Temperatur und Zusammensetzung gibt die graphische Darstellung, das sogenannte Zustandsdiagramm der betreffenden Legierung. Hier werden die verschiedenen Zustände der Metalle beim Durchlaufen der Temperaturenskala notiert.

Nun stellen die üblichen Goldlegierungen Systeme dar, deren Komponenten ohne weiteres Mischkristalle bilden. Das Gold wird sogar andere Metallzusammensetzungen wie Silber-Kupfer durch sein Hinzutreten zur Bildung von homogenen Mischkristallen, was das Wichtige ist, veranlassen.

Alle Schmelzen haben ein sogenanntes Kristallisationsintervall, d. h. wenn die Temperatur in der Schmelze bis zum Erstarrungspunkt gesenkt wird, kommt ein Haltepunkt, an dem die Temperatur nicht mehr sinkt, bis alles geschmolzene Metall auskristallisiert ist. Jetzt wird sich die Legierung erst weiter abkühlen. Es fragt sich nun, welche Zusammensetzung die sich ausscheidenden Kristalle in diesem Intervall haben.



Die Kristallbildung ist abhängig von der Abkühlungsgeschwindigkeit, je größer diese ist, desto unregelmäßiger ist sie. Nun ist je nach dem zugegebenen Metall das Kristallisationsintervall groß oder klein, unter Umständen sogar gleich null; dagegen z. B. bei Gold-Platin, wie aus obigen Diagramm ersichtlich, sehr groß.

Die prozentuale Ausscheidung der einzelnen Metalle ist dann in dem Intervall sehr verschieden, es ergibt sich nach Guertler eine Struktur, die man Zonenbildung nennt.

Es können sich also bei großer Abkühlungsgeschwindigkeit verschieden zusammengesetzte Mischkristalle bilden.

Ist das Diffusionsvermögen zwischen den einzelnen Zonen groß genug, dann könnte bei möglichst langsamer Abkühlung ein Ausgleich eintreten, sodaß sich eine homogene Legierung bildet. Ist das jedoch nicht der Fall, so muß die langsame Diffusion durch längere Erhaltung der Temperatur unterhalb des Schmelzpunktes unterstützt werden. Mann nennt dieses Verfahren Homogenisieren. Denn die erst infolge der Konzentrationsverschiedenheit heterogene Legierung wird durch diesen Vorgang, der eine gewisse Zeit beansprucht, in eine homogene Legierung überführt. Man nimmt also einer Legierung durch zu schnelles Abkühlen die Möglichkeit des Konzentrationsausgleiches. Da wir aber bei den zahnärztlichen Legierungen zur Vermeidung elektrolytischer Zersetzungserscheinungen im Munde auf homogene Struktur großen Wert legen müssen, ist es unbedingt nötig, jeden Goldguß, der ja auch meist Kupfer enthält, das sich schwer löst, langsam abkühlen zu lassen.

Sind diese Voraussetzungen nicht gegeben, so können die sogenannten Korrosionserscheinungen, die hauptsächlich elektrolytischer Art sind, auftreten. Unter Korrosion im allgemeinen verstehen wir die Angreifbarkeit der Legierung durch Salze, Basen und Säuren. Es kommt zur Auflösung der unedlen Metalle durch galvanische Elemente, die sich zwischen den einzelnen Teilen der nicht einheitlich zusammengesetzten Legierungen bilden. Auf diese Weise würden sich also auch bei einer Gold-Kupferlegierung mit verschiedener Konzentration Korrosionserscheinungen bemerkbar machen.

„Es ist als erwiesen zu betrachten", schreibt Schoenbeck, „daß die Korrosion der Metalle und Legierungen lediglich durch das Vorhandensein von Elektrolyten bedingt ist. Eisen rostet in Wasser niemals, sobald aber Spuren von irgendwelchen Salzen sich in diesem vorfinden, setzt der Zerstörungsvorgang ein."

Jedes Metall, das wir in eine Lösung, sei es Leitungswasser, sei es die Lösung irgend eines Salzes, tauchen, hat das Bestreben, Ionen in diese Lösung, also den Elektrolyt zu senden. Dieses Bestreben eines Metalles nennen wir elektrolytischen Lösungsdruck.

Taucht man nun ein Metall in eine Lösung seines Salzes, so

wird dem Lösungsdruck des Metalls ein anderer Druck entgegenwirken: Die Salzlösung hat schon entsprechende Metallionen, die die Tendenz haben, die Konzentration der Lösung zu verringern, was wir als osmotischen Druck bezeichnen. Sind die beiden Kräfte, Lösungs- und osmotischer Druck im Gleichgewicht, so muß der Lösungsvorgang zum Stehen kommen.

Je nach Art des Metalls und der Konzentration der Lösung wird die Ionenwanderung und damit auch die Potentialbildung verschieden groß sein. Diesen Werten gemäß lassen sich die Metalle in eine Reihe ordnen, die Spannungsreihe, in der z. B Kupfer, Quecksilber und Silber einen größeren Lösungsdruck als Gold haben. Das heißt also, kommt eines dieser Metalle mit Gold zusammen in einem Elektrolyt, dann wird dieses Metall in Lösung gehen.

Ueberträgt man diese Tatschen auf die Mundverhältnisse, so zeigt sich, daß die Korrosionserscheinungen hier viel stärker werden, da der Elektrolyt, in diesem Fall der Speichel, sich ständig erneuert. Der Speichel wird also noch besonders geeignet als Elektrolyt, da er sich ständig als Spülflüssigkeit regeneriert und immer neue Elektrolytenmengen das Metall, bezw. die Legierung überschwemmen. Diese kann immer neue Ionen in Lösung schicken. Diese Lösungstendenz hängt, wie oben beschrieben, von dem Grade der Einheitlichkeit der Legierung ab. Ist sie homogen, so kann sich keine Potentialdifferenz bilden, treten jedoch zwei Metalle selbständig in ihr auf, wird sich sogleich im Munde ein galvanisches Element zwischen diesen zeigen. Dieser Fall ist gegeben bei heterogenen Legierungen und bei Füllungen verschiedenen Metalls, die sich berühren.

Umfangreiche Untersuchungen über die galvanischen Ströme im Munde stellten Gotta und Schafmeister an. Sie nahmen Messungen von Strömen unter möglichst den Mundverhältnissen angepaßten Zuständen vor. Als Elektrolyt wurde alkalischer Speichel und solcher mit Essigsäurezusatz verwandt. Dabei zeigten sich im sauren Speichel größere Effekte als im alkalischen. Es wurden jedoch auch zwischen scheinbar gleichen Elektroden Potentialdifferenzen festgestellt, da es unmöglich sei, gleiches Material im elektrochemischen Sinne zu erhalten.

Diese Reaktion der heterogenen Legierung gegen Elek-

trolyten ist wohl grundlegend, aber nicht allein ausschlaggebend für eine Verfärbung. Auch chemische Vorgänge spielen eine wichtige Rolle. In der Literatur ist verschiedenes hierüber gebracht worden, ich möchte hier nur die Versuche von Buja und Tamann anführen. Es handelt sich dabei um die Frage, wie sich die Legierungen gegenüber dem Schwefelwasserstoff verhalten.

Schwefelwasserstoff bildet sich als ein Zersetzungsprodukt der im Munde verbliebenen Speisereste. Buja stellte eine Versuchsreihe mit 16—22 karätigen Goldkupferlegierungen unter sorgfältiger Beobachtung der Homogenität auf. Er ließ etwa 7 Wochen lang Schwefelwasserstoff auf die auf Mundtemperatur erwärmten Legierungen wirken. Es stellte sich keinerlei Verfärbung ein. Wurde dagegen das Kupfer oberflächlich mit dem Gold verschmolzen, zeigte sich bald die Verfärbung.

Tamann stellte diese Versuche unter verschiedenen Temperaturen an. Er fand eine Grenze der Schwefelwasserstoffeinwirkung bei einer Temperatur von 14 Grad auf eine Kupfer-Goldlegierung von 12 Karat. Je weiter die Temperatur erhöht wurde, desto intensiver kam H_2S zur Wirkung, sodaß schließlich bei 100 Grad eine Kupferlegierung mit 99 % Goldgehalt angegriffen wurde.

Für die üblichen 18—22 karätigen Legierungen kommt also Angreifbarkeit durch H_2S nur bei Heterogenität in Frage, wenn also schon Korrosionserscheinungen vorhanden sind.

Wesentlich tiefer, bei 8—9 Karat Goldgehalt fand Tamann die Grenze für H_2S-Einwirkung, wenn als Untersuchungsobjekt eine Silber-Kupfer-Goldlegierung genommen wurde, obgleich diese durch vorherige Wärmebehandlung (Tempern) nachgewiesenermaßen widerstandsfähiger gemacht worden war.

Demzufolge ist die Schwarzfärbung durch H_2S stets ein sekundärer Vorgang.

All diese Untersuchungen gaben grundlegende Richtlinien für die Anwendungsmöglichkeit dieser Legierungen bei Vermeidung kosmetischer Fehler, wenn nicht einer Bruchgefahr des Ersatzstückes.

Diese ganzen Vorgänge der Verfärbung, seien sie nun elektrolytischer oder chemischer Natur; entbehren nicht der verschiedensten unterstützenden Vorbedingungen. Diese

liegen teils auf physiologischem und pathalogischem Gebiet, teils sind sie rein technischer Art. Diese Vorbedingungen oder Fehlerquellen möchte ich einteilen in

1.) Mundverhältnisse des Patienten,
2.) Technische Verarbeitung des Stückes.

Die beim Patienten eventuell vorhandenen Voraussetzungen für Verfärbungen bilden kein großes Kontingent.

Die Art der Speichelreaktion ist sehr wichtig. Friebe stellte in einem Versuch in vitro fest, daß der elektrolytische Verlust von Kosmosmetall bei 146 tägigem Liegen in saurem Speichel 14,2 %, in alkalischem Speichel nur 0,004 % betrug.

Hermann Hoepfgärtner verwandte als Elektrolyt 1. Kochsalzlösung, 2. Kochsalz-Milchsäure, 3. natürlichen Speichel zu Vergleichszwecken. Ein Galvanometer gab die Vergleichszahlen an. Z. B. ergaben sich folgende Ausschläge:

Gold und Amalgam	in Kochsalz	44,0
„ „ „	in Kochsalz-Milchsäure	52,0
„ „ „	in Speichel	22,0
„ „ „	auf der Zunge ruhig gehalten	28,0
„ „ „	„ „ „ bewegt	48—64,0

Die drei ersten Vergleiche zeigen auch die größere Lösungstendenz des sauren Speichels. Die beiden letzten Zahlen zeigen außerdem noch den gesteigerten Umsatz bei stetig frisch hinzutretendem Speichel, was den Schluß zuläßt, daß der Kauakt sicher die Korrosionserscheinungen unterstützt.

Nun haben ja alle Speicheluntersuchungen immer wieder ergeben, daß an Retentionsstellen, also in den Interdentalräumen die Speichelreaktion saurer ausfällt als im freien Mundraum. Da der ev. vorhandene Strom natürlich den kürzesten Weg nimmt, wird er über diese Gingivalräume gehen.

Diese Vorgänge erfahren noch eine Unterstützung durch die gärungsfähigen Substanzen, die in diesen Räumen stets vorhanden sind. Die Zähne halten den Speichel an ihrer Oberfläche fest. Der viscöse Speichel läßt feste Teilchen an den Zähnen, resp. besonders in den Interdentalräumen haften. Die enthaltenen Kohlenhydrate zerfallen und bilden Säuren; diese Säuren wiederum bringen das Mucin des Speichels zur Koagulation. Es bildet sich ein fester Film, der wieder gärungsfähige Substanzen absorbiert und dann

einen idalen Nährboden für Bakterien abgibt. Viele Säurebildner, also Acidobakterien sind in der Mundhöhle heimisch bei normalen Befund. Noch reichhaltiger wird diese Flora bei infektiösen Vorgängen. So ergibt sich an diesen prädisponierten Stellen ein ständiger Kreislauf von Säurebildung, die zu bekämpfen ja die Aufgabe der Mundpflege sein soll.

Nicht unbeachtet bleiben dürfen unter den Einflüssen auf die Verfärbung, die der Patient selber stellt, die metallhaltigen Medikamente, die in Beziehung zu seinen Mundverhälsnissen treten können. Hier möchte ich besonders auf Quecksilberkuren hinweisen.

Wehlau erwähnt eine Luesbehandlung mit Hg. Er beobachtete ein „Rissigwerden" der Goldersatzstücke durch Hg. Das sind jedenfalls Fälle, wo mit den gegebenen Tatsachen gerechnet werden muß, und nur durch äußerst sorgfältige Pflege die Folgen eingeschränkt werden können.

Waren dies die Faktoren, die bei dem Patienten als gegeben zu betrachten sind, so ist der zweite Abschnitt der Fehlerquellen, die sich aus der Technik ergeben, ungleich wichtiger.

Die Qualität des zu verwendenden Materials, d. h. in diesem Fall die Homogenität der noch nicht verarbeiteten Legierung, scheint mir durch die Garantien erfahrener Fabrikanten gesichert.

Es ist also die technische Verarbeitung des Stückes im Laboratorium und am Patienten zu untersuchen. Zunächst ist der Durchführung des Gusses besondere Aufmerksamkeit zu widmen, wie ja überhaupt die gegossenen Ersatzstücke viel mehr zur Verfärbungen neigen als Draht- und Blechmaterial. Man neigt leicht dazu, besonders bei komplizierten Gußstücken, die Schmelze zu überhitzen, um die Garantie zu haben, daß die Form ganz ausfließt. Es hat sich jedoch gezeigt, daß diese Meinung irrig ist. Die Folgen einer Gußüberhitzung sind immer: Große Kristalle, also grobes Korn, Poren, vollkommene Inhomogenität und damit Neigung zur Verfärbung.

Durch eine Ueberhitzung kommt die Legierung vollkommen aus dem Gleichgewicht, es bilden sich ganz verschiedene Konzentrationen der einzelnen Legierungskomponenten, und damit sind die Voraussetzungen für Verfärbungen gegeben.

Hierhin gehört dann auch die Angewohnheit, zur

schnellen Arbeitsförderung den gerade geschleuderten Guß unter die Wasserleitung zu stellen. Durch die rasche Erstarrung kommen die einzelnen Kristalle nicht ins Gleichgewicht, es sind verschiedenkarätige Teile vorhanden.

Alte Gußkegel, die wieder zum Guß benutzt werden, von Unreinlichkeiten wie Stanzmetall und Oxyd zu befreien, dürfte wohl auch wichtig für den Erfolg des Gusses sein.

Weitere Möglichkeiten zu Verfärbungen ergeben sich aus den Vorgängen beim Löten. Die Goldlote sind fast immer Gold-Silber-Kupferlegierung mit Zusätzen, die den Schmelzpunkt erniedrigen und dadurch das Fließen verbessern. Auch Kupfer erniedrigt den Schmelzpunkt. Als spezielle Lotzusätze, die das „Schießen" des Lotes erleichtern, kommen Zink, Zinn und Kadmium in Frage.

Die erste Forderung, die man an ein Lot stellen muß, ist die Karatgleichheit mit der zu lötenden Legierung. Sehr oft wird eine mißglückte Lötung nachkorrigiert mit einem niedrigkarätigerem Lot, da dies dann durch seinen niedrigen Schmelzpunkt den bereits erledigten Teil der Lötung nicht gefährdet. Korrisionserscheinungen sind fast immer die Folgen. Eine saubere Lötfuge, d. h. sie muß schmal und metallisch blank sein, verhütet solche Folgen.

Auch Lotüberschuß muß vermieden werden, damit man keine verschmierten Flächen bekommt,

Das Fixieren der Lötstellen mit Blumendraht hat mit großer Vorsicht zu geschehen, denn leicht wird sonst ein Stückchen von dem Eisendraht mitlegiert. Unweigerlich würde eine Verfärbung folgen.

Die Lötstücke erkalten meistens, auch wenn sie eingebettet waren, zu schnell. Die Zeit genügt nicht, eine inhomogene Erstarrung des Lotes zu verhindern. Deshalb ist auch tunlichst Lotüberschuß zu vermeiden, da das dann über die Fläche schießende Lot die Folgen der Inhomogenität verstärkt.

Es dürfte sich stets empfehlen, ein Stück mit umfangreichen Lötfugen eine halbe bis eine Stunde in Temperaturen unterhalb des Schmelzpunktes (zirka 650 Grad) nachzuglühen, sodaß durch die Fusion ein Ausgleich in der Lötfuge stattfindet.

Falls das Stück nicht sehr sorgfältig poliert wird, birgt auch das vorhergehende Absäuren des Gusses mit Hilfe einer Metallpinzette eine Korrosionsgefahr in sich. Am

besten wirft man das Stück in die Säure und entnimmt es nachher mit einem neutralen Material, z. B. einer Hornpizette.

Quecksilber bildet, ebenso wie Kupfer und Silber, auch mit Gold ein Amalgam. Wir können bei den zahnärztlichen Amalgamen, wenn sie mit Goldlegierungen in Kontakt kommen, eine je nach Art des Amalgams schwache bis starke Verfärbung, ja sogar Zerstörung des Goldes beobachten. Mit dieser Frage hat Weyland sich beschäftigt und aufgrund seiner Versuche festgestellt, daß die Amalgame sich ihrem Gold-Silber- oder Kupfergehalt entsprechend gegenüber Goldlegierungen verschieden verhalten. Goldamalgam rief auf der Legierung nur eine dunkle matte Verfärbung mit silberweißem Ring hervor. Schwefelwasserstoff hatte hierauf keinen Einfluß. Derselbe Versuch mit Kupferamalgam brachte einen bräunlichen Kern mit silberweisem Ring; unter Schwefelwasserstoffeinfluß färbte sich der Flecken tiefschwarz.

Im ersteren Fall ist die Erklärung wohl die, daß das Goldamalgam mit der Goldlegierung eine feste Verbindung eingeht, sodaß das neue Amalgam für Schwefelwasserstoff unangreifbar ist.

Geht dagegen Kupferamalgam in Lösung, bildet sich sich sofort die chemische Verbindung mit H_2S, und zwar zwischen Cu und H_2S. Also eine in Kontakt mit Kupferamalgam stehende Goldlegierung wird immer Anlaß zur Verfärbung haben.

Doch auch die Edelamalgame können oft Schwierigkeiten machen, wenn nicht alle Vorsichtsmaßregeln beachtet werden. Von Bedeutung ist jedenfalls, was sich früher im Mund befand, die Goldlegierung oder die Amalgamfüllung. Ist die Amalgamfüllung älter, dann ist, oder sollte wenigstens, alles Quecksilber abgebunden sein. Wird diese Füllung erst nach der Goldlegierung eingebracht, so wird das noch weiche Amalgam sofort das Gold almagamieren.

Bezüglich des Quecksilbers neigt man vielfach noch dazu, bei eigener Zubereitung des Amalgams zu reichlich Quecksilber zuzugeben, da dies die Amalgamherstellung erleichtert. Die Folgen sind stärkere Expansion der Füllung und Freiwerden von Quecksilber. Kommt zu dem letzteren Faktor evtl. noch ein Druck der Amalgamfüllung auf die benachbarte Goldlegierung, begünstigt durch die Expan-

sion, so wird die Amalgamierung nicht ausbleiben. Durch diese Konzentrationsverschiedenheiten im Amalgam wird das Gold ungünstig beeinflußt.

Jedoch läßt sich eine benachbarte Lokalisation von Gold und Amalgam nicht immer vermeiden. Es ist deshalb wünschenswert, daß sich in solchen Fällen zwischen der neuen Amalgamfüllung, solange sie nicht erhärtet ist, und der benachbarten Goldlegierung eine Isolation in irgend einer Form befindet. Die Anwendung von Kupferamalgam muß hierbei tunlichst vermieden werden.

Nachdem ich nun die Momente, die zur Verfärbung des verwandten Goldmaterials führen können, summarisch aufzeigte, möchte ich zum Schluß zusammenfassen was zur Vermeidung solch unangenehmer Begleiterscheinungen getan werden kann.

Zunächst kommt da die richtige Auswahl eines geeigneten Materials in Frage. Nicht stets, aber meistens ist es möglich, eine Kombination verschiedener Legierungen in einem Ersatzstück zu vermeiden.

Es gibt heute Legierungen, die bei gleicher Karatzahl die verschiedensten verlangten Eigenschaften haben. Seien es verschiedene Schmelzpunkte, Härten oder auch Vergütbarkeit. Im Allgemeinen sieht man bei der Menge der Erörterungen wenig Rücksichtnahme auf die, für die betreffende Arbeit zu verwendende Legierung. Manche elegante und einwandfreie Arbeit scheitert in der Praxis nur an der Unzulänglichkeit des angewandten Materials.

Mit Vergütbarkeit bezeichnen wir die Eigenschaft gewisser Goldlegierungen, durch eine bestimmte Wärmebehandlung des gegossenen, gebogenen oder gestanzten Stücks eine beträchtliche Steigerung der Härte und Federkraft zu erreichen. Abgesehen von den geringeren Kosten durch Materialersparnis an den leistungsfähigeren, vergütbaren Legierungen ergibt sich die für das Vermeiden von Verfärbungen wichtige Voraussetzung: Verwendung von gleichkarätigem Material.

Die Vergütung ist ein Vorgang, der sich umkehren läßt. Ich kann die Legierung abwechselnd weich und federnd hart werden lassen, was für die Verarbeitung und Anwendung ein großer Vorteil ist. Glühe ich das Material und lasse ein Abschrecken folgen, so wird der schon erwähnte Zustand der Grobkörnigkeit erhalten. Durch das

rasche Ueberspringen des Temperaturintervalls werden die großen Kristalle erhalten, d. h. das Material ist weich. Nach Erreichung der gewünschten äußeren Form erhitze ich eine halbe Stunde auf 300—350 Grad, die innige Gold-Kupferverbindung wird sich wieder in gleichmäßiger kleinkristalliger Form bilden, was sich nach außen als gesteigerte Härte und Federkraft zeigt.

Ein annähernd gleiches Resultat kann ich erreichen, wenn die auf Rotglut erhitzte vergütbare Legierung vorsichtig und langsam abgehühlt wird, sodaß das Temperaturengebiet um 350 Grad genügend langsam durchlaufen wird.

Durch diese vergütbaren Legierungen lassen sich manche unangenehmen Folgen, die sich aus verschiedenkarätigen Materialien ergeben, vermeiden.

Eine gründliche eingehende Mundpflege ist zur Einschränkung der Korrosionserscheinungen sehr wesentlich. Festgesetzte Nahrungsreste geben Anlaß zu Gärungszuständen und Säurebildung. Besonders die eiweißhaltigen Stoffe lassen Schwefelwasserstoff entstehen. Bei mangelnder Mundpflege kann dieses Fäulnisprodukt seine chemische Wirkung auf die freien Legierungskomponenten ausüben.

Das Ziel einer Mundpflege sollte in solchen Fällen ein dünnflüssiger und alkalischer Speichel sein, um erstens eine bessere Spülflüssigkeit und zweitens einen schlechteren Elektrolyten zu haben. Das würde am besten erreicht durch schwache Säuren, die den Speichel stark alkalisch reagieren lassen und außerdem die Belegfilme auf den Zähnen ganz zur Koagulation bringen und so reif für die Zahnbürste machen.

Oberfläschen verschiedenen Potentials bilden sich im Munde selbst bei Verwendung gleichen Materials unter den an den einzelnen Stellen verschiedenen Einflüssen des Kauprozesses, der Speisen, des Sauerstoffes und der Kohlensäure immer wieder, wenn auch kaum nennenswert.

Es kann sich also nicht darum handeln, elektrische Ströme im Munde vollkommen zu vermeiden, vielmehr wird es darauf ankommen, ihre Daseinsberechtigung soweit wie möglich einzuschränken.

In dem Bestreben, Korrosionserscheinungen ganz zu vermeiden, macht die Westdeutsche Kieferklinik neuerdings Versuche mit möglichst reinem Aluminium, das mit einer Schutzschicht umgeben wird.

Reinaluminium zeichnet sich bekanntlich durch eine verhältnismäßig große chemische Beständigkeit aus, welche ihm in den verschiedensten Industriezweigen bereits weite Verwendungsmöglichkeiten geschaffen hat. Man hat weiter versucht, die Widerstandsfähigkeit gegenüber chemischen Einwirkungen zu erhöhen, um die günstigen technologischen und physikalischen Eigenschaften dieses jungen Metalls auszunutzen.

Es existiert ein Schutzverfahren von O. Bauer und O. Vogel, welches von der Erftwerk A. G. vervollkommnet und vereinfacht wurde. Das Aluminium wird in eine heiße Lösung von 5 % kalzinierter Soda und 1,5 % Natriumchromat getaucht. Nach drei bis fünf Minuten bildet sich ein glänzender Ueberzug. Man nennt dieses Verfahren einfacherweise Oxidation. Tatsächlich ist es ein komplizierter chemischer Vorgang; unter dem Einfluß von Soda wird etwa Aluminium abgelöst, der sich bildende Ueberzug besteht wahrscheinlich aus einem Gemisch von Aluminium- und Chromoxyd.

Dieser Ueberzug ist also in der Metalloberfläche verankert und splittert deshalb selbst bei stärkster Beanspruchung, Deformationen des Metalls durch Schlagen, Biegen oder Walzen nicht ab.

Diese modifizierte Bauer-Vogel-Schicht, kurz M. B. V. Schicht genannt, besitzt eine überaus starke Beständigkeit gegenüber den verschiedenartigsten chemischen Agenzien. Auch gegen elektrolytische Vorgänge soll sie vollständig immun sein.

Sollten die praktischen Versuchsergebnisse dieses alles bestätigen, so könnte dem Aluminium in der Zahnheilkunde eine große Zukunft erstehen.

Gaumenplatten zur Deckung von Defekten sind bereits hergestellt worden und zufriedenstellend ausgefallen. Die kompliziertesten Güsse machen keine Schwierigkeiten. Berücksichtigt man das geringe Gewicht des Materials, die große Billigkeit auch des M. B. V. Verfahrens, so kann man nur hoffen, daß die Versuchsergebnisse der Westdeutschen Kieferklinik zu Düsseldorf die gewünschten sein werden.

LEBENSLAUF.

Ich, Werner Wild, evangelischer Konfession, wurde geboren am 29. Juli 1910 als Sohn des Oberingenieurs Wilhelm Wild. Ich besuchte das Realgymnasium zu Düsseldorf, wo ich Ostern 1929 das Abiturientenexamen bestand. Nach einem Semester Vollmedizin an der Universität Freiburg bezog ich die Universität Bonn, wo ich im Jahre 1931, im Herbst, die zahnärztliche Vorprüfung bestand. Dann setzte ich das zahnärztliche Studium an der Westdeutschen Kieferklinik zu Düsseldorf fort, wo ich am 25. November 1933 das zahnärztliche Staatsexamen bestand.

Literaturverzeichnis.

Eckert, G., Das MBV-Verfahren, ein wirksames Oberflächenschutz-Verfahren für Aluminium und dessen Legierungen, Hauszeitschrift der V. A. W. und der Erftwerk A. G. für Aluminium, 1931, H. 9—11.

Friebe, Br., Ueber das Kosmosmetall, Deutsche Zahnheilkunde H. 45.

Gotta, A., und Schafmeister, P., Galvanische Ströme im Munde, Zahnärztl. Rdsch. 1932, Sp. 717.

Hopfengärtner, H., Die Korrosionsströme im Munde, Diss. Tübingen 1930.

Murke, H., Vergütbare Zahngoldlegierungen und ihre Verarbeitung, D. Z. W. 1933, H. 49, 1171.

Schoenbeck, F., Materialkunde der zahnärztlichen Technik für Zahnärzte und Studierende der Zahnheilkunde, Meusser 1923.

Weyland, H., Ueber die Beziehungen des inneren Aufbaues von Legierungen zu ihrem Verhalten gegen Elektrolyte, D. Msch. f. Zhkd., 1919, H. 6.